

Bieterunterstützung in kombinatorischen Auktionen für Gebietsausschreibungen

Atilla Yalcin

Veröffentlicht in:
Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012
Tagungsband der MKWI 2012
Hrsg.: Dirk Christian Mattfeld; Susanne Robra-Bissantz



Braunschweig: Institut für Wirtschaftsinformatik, 2012

Bieterunterstützung in kombinatorischen Auktionen für Gebietsausschreibungen

Atila Yalcin

Universität Paderborn, DS & OR Lab, 33098 Paderborn, E-Mail: yalcin@dsor.de

Abstract

In diesem Beitrag wird der Einsatz von kombinatorischen Auktionen in Gebietsausschreibungen beschrieben. Obwohl kombinatorische Auktionen ökonomisch sinnvoll sind, weisen sie eine hohe Komplexität auf. Hierfür wären weitere Entscheidungsunterstützungen hilfreich. Dazu präsentieren wir Möglichkeiten der Entscheidungsunterstützung für den Bieter, um seine Gebote zu verbessern. Neuartig bei unserem Ansatz ist, dass wir zusätzlich zur Preisunterstützung für den Bieter auch Empfehlungen zu seiner Gebietsstruktur zur Verfügung stellen. Wir bewerten die Bieterunterstützung anhand einer experimentellen Untersuchung.

1 Einführung

1.1 Problembeschreibung

In den vergangenen Jahren ist eine vermehrte Auslagerung von logistischen Aktivitäten der verladenen Unternehmen an dafür spezialisierte Logistikdienstleister festzustellen (vgl. [2][1]). Längst handelt es sich dabei nicht mehr um kurzfristige Aufträge, sondern oftmals sind es komplexe logistische Prozesse, die für mehrere Jahre von einem Logistikdienstleister komplett übernommen werden. Das Geschäftsfeld wird unter dem Begriff der Kontraktlogistik diskutiert (vgl. [3]). Umso mehr richtet sich das Augenmerk dabei auf die Ausschreibung von logistischen Aktivitäten, die mehrere Millionen Euro Volumina pro Jahr umfassen können, da dadurch die zukünftigen Kosten und Erlöse für die verladene Industrie und für die Logistikdienstleister fixiert werden.

Anstelle eines einzigen großen flächendeckenden Logistiknetzes hat sich in einigen Branchen das Gebietsspediteur-Konzept durchgesetzt, das insbesondere seine Wurzel und seine größte Anwendung in der automobilen Beschaffungslogistik hat (vgl. [5]). Das Konzept wird sowohl für die Beschaffungslogistik als auch für die Distributionslogistik angewendet. Im Weiteren betrachten wird nur die Beschaffungslogistik, die Aussagen sind jedoch auch auf die Distributionslogistik übertragbar. Ein Logistikdienstleister wird von einem verladenen Unternehmen damit betraut ein größeres Gebiet exklusiv zu bedienen. Der

Logistikdienstleister sichert sich sein zukünftiges Geschäft ab und bietet im Gegenzug dazu günstige Preise an.

Im Falle der Beschaffungslogistik wird der Logistikdienstleister damit beauftragt Waren bei den Lieferanten im Gebiet abzuholen. Diese sammelt er dann in Sammeltouren, im sogenannten Vorlauf, bei den Lieferanten ein und konsolidiert diese in der Regel im Konsolidierungszentrum, das sich im zuständigen Gebiet befindet. Dort werden die Waren dann empfangenorientiert sortiert und im sogenannten Hauptlauf mit größeren LKWs zu den Werken transportiert.

Beim bisherigen Ausschreibungsprozess zur Auswahl von Gebietsspediteuren wird das Gesamtgebiet in mehrere Gebiete unterteilt und getrennt voneinander ausgeschrieben. Der Nachteil dieser Ausschreibung ist, dass die Gebiete groß genug sein müssen, damit größere Logistikdienstleister effizient arbeiten können. Jedoch führt diese Form zu ökonomischen Ineffizienzen, da dadurch insbesondere kleineren und mittelständischen Unternehmen der Eintritt in diesen Markt verwehrt wird. Die großen Gebiete bilden für diese Unternehmen daher Markteintrittsbarrieren und schränken den Wettbewerb nur auf die größeren Anbieter ein. Werden die Gebiete kleiner, sind die größeren Anbieter benachteiligt.

In dieser Arbeit möchten wir daher untersuchen, wie kombinatorische Auktionen geeignet sind um Ausschreibungen für Gebietsspediteure durchzuführen. Da es sich hier um eine spezifische Anwendungsdomäne von kombinatorischen Auktionen handelt, sind Besonderheiten für den Bieter und Auktionator zu klären.

1.2 Struktur der Arbeit

Die Arbeit ist wie folgt strukturiert: Im nachfolgenden Kapitel werden kombinatorische Auktionen eingeführt und das Gewinnerermittlungsproblem des Auktionator für Gebietsausschreibungen beschrieben. Kapitel 3 umfasst die Bieterunterstützung, wodurch der Bieter über zusätzliche Informationen über seinen Gebotsstatus versorgt wird. Diese soll nach Auffassung der Autoren nicht nur Informationen über preisliche Informationen sein, sondern auch Informationen über mögliche Entscheidungen der Gebietsstruktur, die dem Bieter ermöglichen soll, auf ein günstigeren Auktionsstatus zu gelangen. In Kapitel 4 werden die Überlegungen an einem experimentellen Ausschreibungssituation miteinander verglichen werden. Das letzte Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse.

2 Kombinatorische Auktionen

2.1 Allgemein

Eine kombinatorische Auktion bezeichnet ein Auktionsformat, bei dem gleichzeitig mehrere Güter angeboten werden und Anbietern erlaubt wird, Bündelgebote auf eine Teilmenge der Gebote zu geben. Das schließt ein, dass sowohl Gebote auf alle Güter einzeln erfolgen kann als auch auf die Gesamtheit der Güter. Hierzu ein kleines Beispiel: Es sollen Güter A, B und C beschafft werden. Anbieter 1 kann Gut A und B zu jeweils 60 € anbieten oder beides zusammen für 100 €. Anbieter 2 bietet nur für Gut C für 70 € an und Anbieter 3 bietet nur alles für 180 € an. Die Frage, die sich nun stellt ist, welche Angebote vom Auktionator angenommen werden sollen, die insgesamt kostenminimal sind. Hierzu sind alle zulässigen Kombinationen zu vergleichen. Die optimale Lösung ist die Auswahl von Bündelgebote von

Anbieter 1 für Gut A und B und das Gebot von Anbieter 2 für C zu einem Gesamtpreis von 170 €. Würde man anstelle einer kombinatorischen Auktion jedes Gut über mehrere einfache Auktionen einzeln beschaffen, beliefe sich der Gesamtpreis der Auktion auf 190 €. Die Ausschreibung als Gesamtpaket wäre für 180 € möglich. An diesem kleinen Beispiel kann man sehen, dass kombinatorische Auktionen zu einer ökonomisch-effizienten Allokation führen können, wenn in einer Auktion Gebote auf Teilmengen erlaubt werden. An dem Beispiel wird auch deutlich, dass bei dieser Auktionsform sowohl kleine Anbieter als auch große Anbieter im Wettbewerb zueinander stehen und durch diese Wettbewerbssituation effiziente Allokation realisiert werden.

Der Einsatz von kombinatorischen Auktion ist besonders dann zu geeignet, wenn die getrennte Ausschreibung von mehreren Gütern Ineffizienzen bringen, da Abhängigkeiten in der Kostenstrukturen zwischen den Gütern existieren, wie zum Beispiel bei Gebietsausschreibungen, wo benachbarte Gebiete gemeinsame Ressourcen nutzen können. Charakteristisch bei dieser Auktionsform ist, dass die Gebote atomar sind. Ein Gebot kann sich auf mehrere Güter gleichzeitig beziehen, wofür ein einheitlicher Preis zu zahlen ist. Atomar deutet in Bezug auf Gebote, dass entweder das Gebot für alle Güter im Gebot gilt oder gar nicht. Das Risiko vermeintlich dennoch den Zuschlag für eines der Güter zu bekommen wird damit ausgeschlossen. Die Auseinandersetzung mit kombinatorischen Auktionen erfolgt in der wissenschaftlichen Literatur bereits seit etwa dreißig Jahren. Ursprünglich wurde das Auktionsdesign der kombinatorischen Auktionen für Vergabe von Start- und Landerechten auf Flughäfen entwickelt (vgl. [12]). Der Anwendungsbereich ist mittlerweile sehr breit. Prominentest Beispiel dafür die Vergabe von Mobilfunklizenzen in den USA (vgl. [1]). Die Untersuchung von kombinatorischen Auktionen erweitern bisherige Allokationsprobleme und werfen auch eine Reihe neuer eigenständiger Fragestellungen auf. Der interdisziplinäre Forschungsbereich ist im Spannungsfeld zwischen den Wirtschaftswissenschaften, des Operations Research und der Informatik (vgl. [1]) angesiedelt und beleuchtet Probleme aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Obwohl die ökonomische Effizienz von kombinatorischen Auktionen bekannt ist, haben sich bisher in der Praxis nur einige sehr wenige Anwendungen durchgesetzt. Ein Grund dafür ist die hohe Komplexität von kombinatorischen Auktionen, die wesentlich durch die Bestimmung von Gewinnern in kombinatorischen Auktionen gegeben ist.

2.2 Gewinnerermittlungsproblem

Wie am obigen Beispiel deutlich wurde, ist die Ermittlung der optimalen Gebote bei kombinatorischen Auktionen nicht trivial. Wir modellieren daher das Gewinnerermittlungsproblem von kombinatorischen Auktionen für Gebietsausschreibungen als ein mathematisches Optimierungsproblem. Sei $I = \{1, \dots, N\}$ die Menge der Bieter, die die Logistikdienstleister repräsentieren, und seien $G = \{1, \dots, M\}$ die Menge der ausgeschriebenen Gebiete, auf die Gebote abgegeben werden sollen. Ein Gebot j von Bieter i wird durch den Vektor B_{ij} , der angibt ob ein Gebiet durch das Gebot abgedeckt ist ($B_{ij} = 1$) oder nicht ($B_{ij} = 0$), und dem Gebotspreis p_j beschrieben. In der Praxis werden für Gebietsausschreibungen keine festen Gebietspreisen ausgehandelt, sondern Transporttarife für Teilprozesse (Vorlauf, Hauptlauf) zu Grunde gelegt. Auf Basis des prognostizierten Mengengerüst, die den Logistikdienstleistern für die Angebotserstellung zur Verfügung gestellt werden, kann der erwartete Gebietspreis berechnet werden.

Der Gebotspreis für Gebot j kann daher folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$p_j = \sum_{g=1}^G B_{jg} \cdot (p_j^{\text{Vorlauf}} \cdot TK_{jg}^{\text{Vorlauf}} + p_j^{\text{Hauptlauf}} \cdot TK_{jg}^{\text{Hauptlauf}}) \quad (1)$$

p_j^{Vorlauf} ist gebotenen Preis je Tonnenkilometer für den Vorlauf. TK_{jg}^{Vorlauf} beschreiben die prognostizierten Transportvolumen je Tonnenkilometer im Vorlauf. Die Daten für den Hauptlauf sind zum Vorlauf analog. Der Gebotspreis p_j ergibt sich damit aus der Summe Vorlaufkosten und Hauptlaufkosten der abgedeckten Gebiete.

Die prognostizierten Transportvolumen im Vorlauf ergeben sich für ein Gebiet aus der Entfernung des Gebietes zum Konsolidierungszentrum von Gebot j und der Summe der erwarteten Transportmengen T_{gw} von Gebiet g zu den Werken $\{1, \dots, W\}$ in Tonnen:

$$T_{jg}^{\text{Vorlauf}} = D_{jg} \cdot \sum_{w=1}^W T_{gw} \quad (2)$$

Analog dazu berechnen sich die Transportvolumen je Tonnenkilometer im Hauptlauf aus der Entfernung des Konsolidierungszentrums zu den Werken und der erwarteten Transportmengen zu den Werken in Tonnen:

$$T_{jg}^{\text{Hauptlauf}} = \sum_{w=1}^W D_{jw} \cdot T_{gw} \quad (3)$$

Das Problem des Auktionators ist es nun, nach der Berechnung des Gebotspreises die kostenminimierenden Zuschläge an die Bieter zu finden. Das Optimierungsproblem zur Auswahl von Logistikdienstleister für das Gebietsspediteur-Netzwerk kann als Set-Partitioning-Problem formuliert werden:

$$v(J)^* = \text{minimieren } \sum_{j \in J} p_j \cdot x_j \quad (4)$$

unter den Nebenbedingungen

$$\sum_{j \in J} B_{jg} \cdot x_j = 1 \quad \forall g \in G \quad (5)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (6)$$

Das Entscheidungsproblem besteht darin für alle Gebote zu entscheiden, ob ein Gebot j ausgewählt werden soll ($x_j = 1$) oder nicht ($x_j = 0$) (6). Das Ziel ist es, die Beschaffungskosten zu minimieren, die sich durch die Summe der Gebotspreise der ausgewählten Angebote ergeben (4). Notwendige Voraussetzung für die Auswahl von Geboten ist, dass alle Gebiete abgedeckt werden und jedes Gebiet genau einem Gebot zugeordnet ist (5).

2.3 Literaturübersicht

Eine gute Übersicht über die Probleme im Entwurf von kombinatorischen Auktionen gibt Bichler et al. [8]. Ein zentrales Problem von kombinatorischen Auktionen wird aus ökonomischer Sicht das Problem der Offenbarung der wahren Preisbereitschaft gesehen, da Agenten versuchen ihre wahre Preisbereitschaft zu verheimlichen. Ein aus theoretischer Sicht sehr wichtiges Auktionsdesign ist die Vickrey-Clark-Gloves Auktion. In dieser Auktionsform geben Bieter verschlossen ihre Gebote ab und erhalten bei Zuschlag ihres Gebotes eine Zahlung für die Opportunitätskosten. Die Offenbarung der wahren Zahlungsbereitschaft wird daher als dominante Handlungsstrategie betrachtet. Dennoch können derartige Zahlungen in der Praxis von den Bietern nicht ganz nachvollzogen werden. Außerdem gelangt der Auktionator zu wertvollen Kosten- und Preisinformationen mit denen zum Beispiel der Einkäufer die Preise runter verhandeln würde. Daher sind andere Formen

der iterativen Verhandlung bevorzugt werden, die es ermöglichen, dass Bieter durch Feedback-Mechanismen ihre Gebote verbessern können, um gesamtoptimale Allokationen zu erreichen.

Es gibt zwei Möglichkeiten, um den Bieter während der Verhandlung zu unterstützen (vgl. [6]): Preisbasierte Ansätze versuchen durch Bereitstellung von Preisinformationen Bieter dazu zu bewegen, die wahre schrittweise Preisbereitschaft zu offenbaren. Hier sei das RAD Design hervorzuheben (vgl. [10]), das aus den eingegangenen Geboten lineare Preise für alle Güter berechnet. Die Ansätze der nicht-preisbasierten Ansätze sind beschränkt und bieten in den meisten Fällen keine eigentliche Form der Entscheidungsunterstützung. So handelt es sich beim *Adaptive User Selection Mechanism* (AUSM)(vgl. [7]), um die Delegierung der Rolle des Auktionators an alle Teilnehmer der Auktion. Über diese allgemeinen Ansätze hinaus haben Leskelä et al. [11] ein Entscheidungsunterstützungssystem entwickelt, das Empfehlungen von Geboten einer kombinatorischen Auktion mit mehreren Einheiten (*multi-unit combinatorial auction*) macht. Zudem gibt es einige Ansätze, die sich mit der Generierung von Geboten in spezifischen Domänen beschäftigen (vgl. [13]).

Scheffel et al. [14] haben Untersuchungen von kombinatorischen Auktionen mit Probanden durchgeführt. Sie kommen zum Schluss, dass nicht so sehr die der Bereitstellung der Preisinformation entscheidend ist, sondern dass vielmehr der Auswahl von Bündelgeboten eine besondere Rolle zukommt und hierfür Entscheidungsunterstützung geeignet wäre.

Die Vergabe von logistischen Dienstleistungen ist ein großer Anwendungsbereich von kombinatorischen Auktionen (vgl. [4]). Im Unterschied zu der bestehenden Literatur, die den Einsatz für Streckenabschnitte untersucht, betrachten wir Gebiete, die in besonderer Weise miteinander geografisch zusammenhängend sind.

Die Gebietsallokation an Logistikdienstleister stellt einen dezentralen Lösungsansatz bei dem verschiedene Entscheidungsträger über private Informationen verfügen. Im Vergleich dazu kann das Allokationsproblem auch zentral von einer Instanz betrachtet werden, bei der nach einer gemeinsamen optimalen Allokation gesucht wird. Verwandt damit ist das Problem der Standortplanung, das als eine spezielle Form als zentrale Lösung des vorliegenden Problems verstanden werden kann.

Als neue Lösungsmöglichkeit für die Gebietsallokation möchten wir im nächsten Abschnitt auf die Bieterunterstützung eingehen.

3 Bieterunterstützung

Wie bereits empirische Studie mit menschlichen Entscheidungsverhalten gezeigt haben (vgl. [14]), ist die Menge an Gebote eines Bieters auf eine kleine Menge von Geboten begrenzt, weshalb nicht alle Gebote, die in Frage kommen würden, ausgewertete und abgegeben werden. Daher wird ein Bieter mit einer bestimmten Anzahl von Geboten beginnen, diese Menge über den Verlauf der Auktion erweitern, verkleinern und die Gebote selbst verändern. Die Literatur zur kombinatorischen Auktion hat für diese Problemstellung bisher keine Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Die Bieterunterstützung sollte daher zur Beantwortung folgender Frage dienen: „Wie muss sich das Gebot eines Bieters verändern, damit das Gebote eine Zuteilung bei der Auktion bekommt?“. Die Änderung des Gebots kann dabei auf zwei Arten erfolgen: Zum einen die

preisliche Änderung bei gleicher Gebietsstruktur und zum anderen durch die Änderung der Gebietsstruktur. Eine Änderung der Gebietsstruktur sollte wenn möglich auch mit einer preislichen Änderung verbunden sein, da dadurch dem Anbieter ein Anreiz gegeben wird, neue Gebote zu generieren. Wir möchten im Folgenden auf beide Lösungsmöglichkeiten der Bieterunterstützung eingehen.

3.1 Bieterunterstützung durch Preisinformationen

Unmittelbar aus der Lösung des Gewinnerermittlungsproblems kann über die Zuschlag eines Bieters entschieden werden. Ist das Gebot innerhalb der Menge der Gewinner, ist somit das abgegebene Gebot konkurrierend und braucht zunächst nicht verändert werden. Anders verhält es sich hingegen, wenn das Gebot nicht gewinnend ist. Dann ist zu entscheiden, ob weitere Preiszugeständnisse gemacht werden sollen. Da ein Gebot in der Regel nicht für sich alleine eine gesamte Auktion gewinnen kann, ist deshalb das Zusammenspiel mit den übrigen Geboten wichtig. Für ein Gebot $k \in J$ sei $v(J|k)^*$ der Gesamtterlös, wenn das Gebot k Bestandteil einer Allokation ist, die nicht notwendigerweise optimal sein muss. Dann ist

$$\Delta V = v(J|k)^* - v(J)^* + \varepsilon \quad (7)$$

die Differenz des Beschaffungsvolumens, die von der Allokation mit dem Gebot k von der optimalen Allokation abweicht. ΔV gibt damit an, um wie viel die Gebote insgesamt zu verbessern sind, damit es Gewinner werden. Der Term ε ist nötig um die bisherige beste optimale Allokation zu übertreffen, da sonst nur das gleiche Beschaffungsvolumen erreicht wird. Die Aufteilung von ΔV auf alle Gebote in der Allokation in der auch das Gebot k enthalten ist, ist nicht trivial. Als Heuristik kann ΔV auch gleichmäßig entsprechend der Höhe der bisherigen Gebote eine Aufteilung für eine Preisaktualisierung stattfinden:

$$p_k^{neu} = p_k^{alt} - \Delta V \cdot \frac{p_k^{alt}}{\sum_{j \in J|v(J|k)^*} p_j^{alt}} \quad (8)$$

Der neue Gebotspreis p_k^{neu} für Gebot k wird also um den Anteil von ΔV reduziert, den es an der Allokation ausmacht.

3.2 Gebietsempfehlungen

Da Bieter nicht in der Lage sind alle in Frage kommenden $2^{|G|}$ Gebietsgebote zu evaluieren, kann eine Entscheidungsunterstützung über das Gebietsdesign Bietern helfen, die eigene Gebietsstruktur zu verbessern, die letztlich den Zuschlag am Ende der Auktion führen soll. Wir möchten daher schrittweise das bisherige Gebot eines Bieters verändern, in dem optimale Gebote in der lokalen Nachbarschaft von Gebot k gesucht werden. Hierfür kann das Auktionssystem dem Bieter verschiedene Vorschläge machen, abhängig davon welche zusätzlichen Erweiterungen oder Änderungen erlaubt sind.

Wir möchten daher ausgehend von Gebot k , die Gebietsstruktur um m Gebiete erweitern und um n Gebiete die bisherige Struktur reduzieren. Das folgende gemischt-ganzzahlige Optimierungsproblem liefert dafür geeignete Kandidaten aus der lokalen Nachbarschaft von Gebot k :

$$\max \Delta P \quad (9)$$

Unter den Nebenbedingungen

$$p_k + \sum_{g \in G} (y_{gk}^+ - y_{gk}^-) \cdot (p_k^{\text{Vorlauf}} \cdot TK_{kg}^{\text{Vorlauf}} + p_k^{\text{Hauptlauf}} \cdot TK_{kg}^{\text{Hauptlauf}}) + \sum_{\substack{j \in J \\ j \neq k}} p_j \cdot x_j + \Delta P \leq w(J)^* \quad (10)$$

$$B_{kg} + y_{gk}^+ - y_{gk}^- + \sum_{\substack{j \in J \\ j \neq k}} B_{jg} \cdot x_j = 1 \quad \forall g \in G \quad (11)$$

$$y_{gk}^+ - y_{gk}^- \leq 1 \quad \forall g \in G \quad (12)$$

$$\sum_{g \in G} y_{gk}^+ = m \quad (13)$$

$$\sum_{g \in G} y_{gk}^- = n \quad (14)$$

$$y_i^{k+}, y_i^{k-}, x_j \in \{0,1\} \forall i \in G, j \in J, \Delta P \in R \quad (15)$$

Die Variablen y_{gk}^+ und y_{gk}^- entscheiden darüber, ob das Gebiet g in das Gebot k aufgenommen werden soll bzw. reduziert werden soll. Gleichung (10) enthält den Term der Zielfunktion des Gewinnermittlungsproblems, in dem das Gebot k fixiert ist und die Vergrößerung bzw. die Verkleinerung der Gebiete mit den entsprechenden Kosten bewertet wird (vgl. (1)). Insgesamt sollen in (10) die neuen Gesamtkosten gemeinsam mit einem Überschussfaktor ΔP die aktuelle optimale Allokation verbessern. Ist $\Delta P > 0$ könnte das Gebot k auf Basis der gleichen Tarifstruktur verbessert, dass nun zu einem Gewinnergebot werden könnte. Gleichung (11) sichert die Zuteilung eines Gebietes g entweder an Gebot k oder an die übrigen Gebote. Ein Gebiet sollte nicht gleichzeitig erweitert und reduziert werden, dies wird durch Gleichung (12) modelliert. Gleichungen (13) und (14) beschreiben, dass es genau m Gebietserweiterungen und genau n Reduzierungen gibt. Das Ziel dieses Optimierungsmodells ist es, neue Gebietsstruktur vorzuschlagen, um die bisherige Allokation bestmöglich zu verbessern. Der Preis für das neue Gebiet berechnet sich folgendermaßen:

$$p_k^{\text{neu}} = p_k + \sum_{g \in G} (y_{gk}^+ - y_{gk}^-) \cdot (p_k^{\text{Vorlauf}} \cdot TK_{kg}^{\text{Vorlauf}} + p_k^{\text{Hauptlauf}} \cdot TK_{kg}^{\text{Hauptlauf}}) + \Delta P \quad (16)$$

Der Gebietspreis berechnet sich nach dem bisherigen Tarif des Gebots. Es wird jedoch um ΔP erhöht. Falls $\Delta P > 0$ gilt, kann der Bieter dadurch einen Anreiz erhalten, die Struktur zu ändern.

4 Numerische Experimente

4.1 Aufbau des Experiments

Für unser numerisches Experiment betrachten wir die Gebietsausschreibung eines beschaffungslogistischen Gebietsnetzwerkes, dass aus einem 8×8 Feld besteht (siehe Bild 1). Die Werke der Produktion seien jeweils an den Ecken des Gesamtgebiets und die Lieferanten seien gleichmäßig über die Gebiete verteilt. Die Transportmengen für jedes Gebiet seien gleich, hierfür nehmen wir des Einfachheit halber $T_i=1$ an. Die Transportmengen seien auf alle vier Werke gleichverteilt. Ferner nehmen wir an, dass es zwei Typen von Logistikdienstleistern gibt: Zum einen große Logistikdienstleister und kleine und mittelständische Logistikdienstleister. Der Unterschied beider Typen von Dienstleistern ist, dass sie unterschiedliche Kostenstrukturen aufweisen. Große Dienstleister arbeiten erst ab einer bestimmten Größe sehr effizient, weshalb ihre Fixkosten $F=50$ und die

Vorlaufkosten $p_k^{Vorlauf}$ je Entfernung in $[2,5;3,5]$ gleichverteilt sein. Die übrigen Logistikdienstleister dagegen haben aufgrund ihrer schlanken Struktur niedrigere Fixkosten von $F=20$, dafür aber höhere Vorlaufkosten von $p_k^{Vorlauf}$ je Entfernung, die in $[4;5]$ gleichverteilt sind. Die Hauptlaufkosten seien für alle mit $p_k^{Hauptlauf}$ je Entfernung fix. Zusätzlich fallen an jedem Gebiet noch eine Geldeinheit an Umschlagskosten an. Als Distanzmaß wird hier die Manhattan Distanz gewählt.





 A1	A2	B1	B2 
A3	A4	B3	B4
C1	C2	D1	D2
C3 	C4	D3	D4 

Bild 1: Beschaffungsnetzwerk bestehend aus einem 8 x 8 Feld

Insgesamt seien jeweils 20 große und 20 kleine Logistikdienstleister zur Ausschreibung eingeladen. Das Konsolidierungszentrum eines jeden Logistikdienstleisters sei in diesem Experiment über das Gesamtgebiet gleichverteilt.

Um nun die verschiedenen Auktionsformen (einfache, hierarchische und kombinatorische Auktion) miteinander zu vergleichen, möchten wir folgende zusätzlichen Restriktionen einführen. In einer einfachen Auktion seien vier Gebiete ausgeschrieben, um eine effiziente Größe für große Logistikdienstleister zu haben. Das sind die Gebiete über alle Großbuchstaben: A, B, C und D. Das Gebiet A erstreckt sich über A1, A2, A3 und A4. Analog dazu sind die Gebiete B, C und D definiert.

Die bekannte einfache Auktion wollen wir mit der hierarchischen Auktion (vgl. [14]) vergleichen. In der hierarchischen Auktion seien zusätzlich zu den vier Gebieten der einfachen Auktion, auch Gebote auf die Teilgebiete (A1 .. A4,..., D1..D4) möglich. Womit insgesamt 20 mögliche Gebote für Bieter möglich sind.

Für die kombinatorischen Auktionsformate gibt es keine Beschränkung der Gebotsabgabe. Um allerdings die Anzahl der Gebote überschaubar zu halten, gehen wir davon aus es gebe Gebotsmuster, die von den Logistikdienstleistern geboten werden. Bild 2 zeigt die Grundkombination auf die sich kleine Logistikdienstleister beschränken.

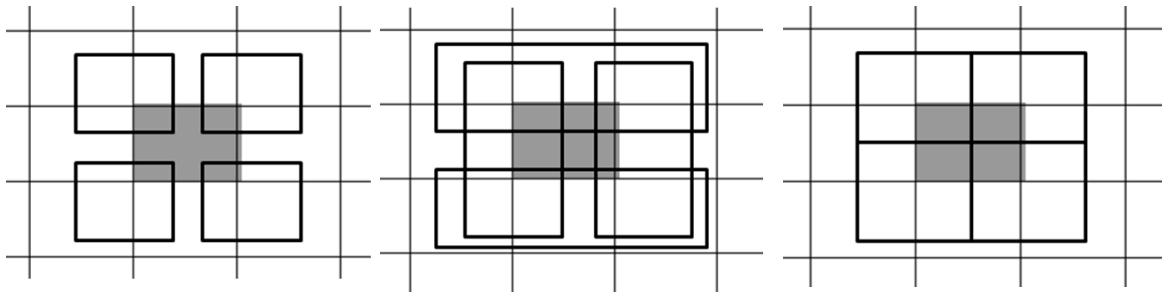


Bild 2: 4er, 6er und 9er Gebiete für kleine Logistikdienstleister

In Bild 2 sieht man das Konsolidierungszentrum eines Bieters grau hinterlegt. Möglich sind jeweils Gebote auf vierer, sechser und neuner Gebiete, wie durch die Schablonen hinterlegt. Insgesamt werden somit 9 fixe Gebote erzeugt.

Die Gebiete der großen Logistikdienstleister sind größer, verhalten sich jedoch nach einem ähnlichen Muster, das im Bild 3 zu sehen ist. Die „X“ Symbole repräsentieren vier zusammenhängende Gebiete. Auf diese Weise sind wiederum auch 9 Gebote möglich.

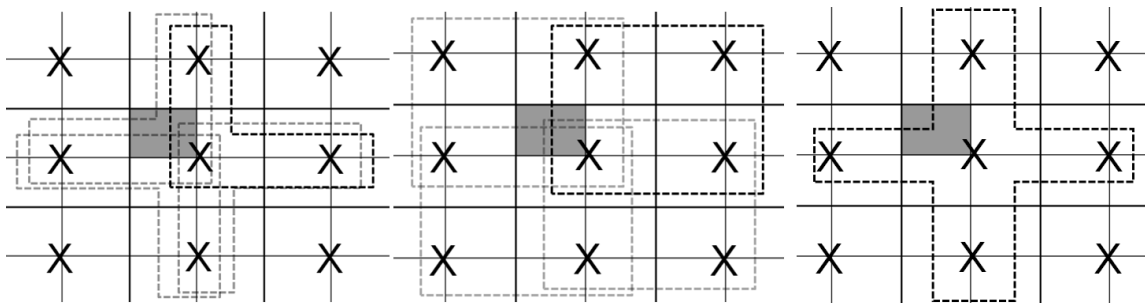


Bild 3: 12er, 16er und 20er Gebiete für kleine Logistikdienstleister

4.2 Experimentelle Ergebnisse

Das Ergebnis unseres numerischen Experiments ist in Bild 4 zu sehen. Dort sind die Beschaffungsvolumina der verschiedenen Auktionsformen miteinander verglichen.

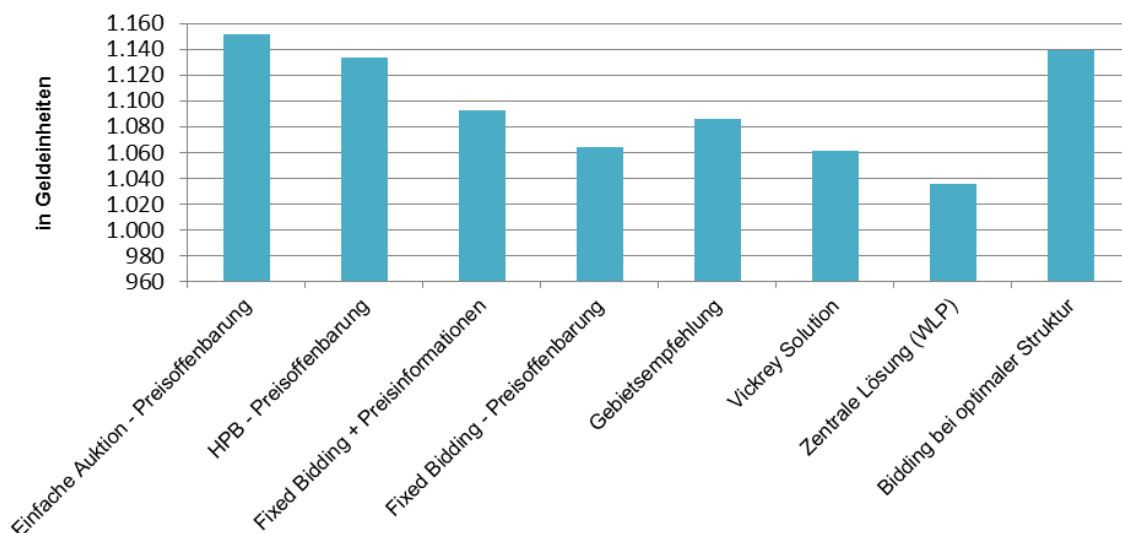


Bild 4: Vergleich im Beschaffungsvolumen

Es ist zu sehen, dass einfache Auktionen selbst bei wahrer Preisoffenbarung am schlechtesten abschneiden. Das hat damit zu tun, dass die Gebiete nur für bestimmte Logistikdienstleister geeignet zugeschnitten sind. Die hierarchische Auktion zeigt dazu im Vergleich leichte Verbesserungen an. Aus Bild 5 sind auch die Typen der Gewinner (kleine und mittlere Logistikdienstleister oder große Logistikdienstleister) der Auktionsformen dargestellt. Daraus geht hervor, dass hierarchische Auktionen auch kleineren Logistikdienstleistern zum Zuschlag verhelfen.

Weitere Verbesserungen bringen kombinatorische Auktionen (Fixed Bidding). Hier wurde zusätzlich darauf eingegangen, welchen es Unterschied macht, die Auktion iterativ durchzuführen und die Bieter mit Preisinformationen zu versorgen (Fixed Bidding + Preisinformation) oder die Gebote mit wahren Preisbereitschaften zu Beginn offenbart. Es zeigen sich signifikante Unterschiede, so dass die direkte Preisoffenbarung weitere Kosteneinsparungen bringen würde.

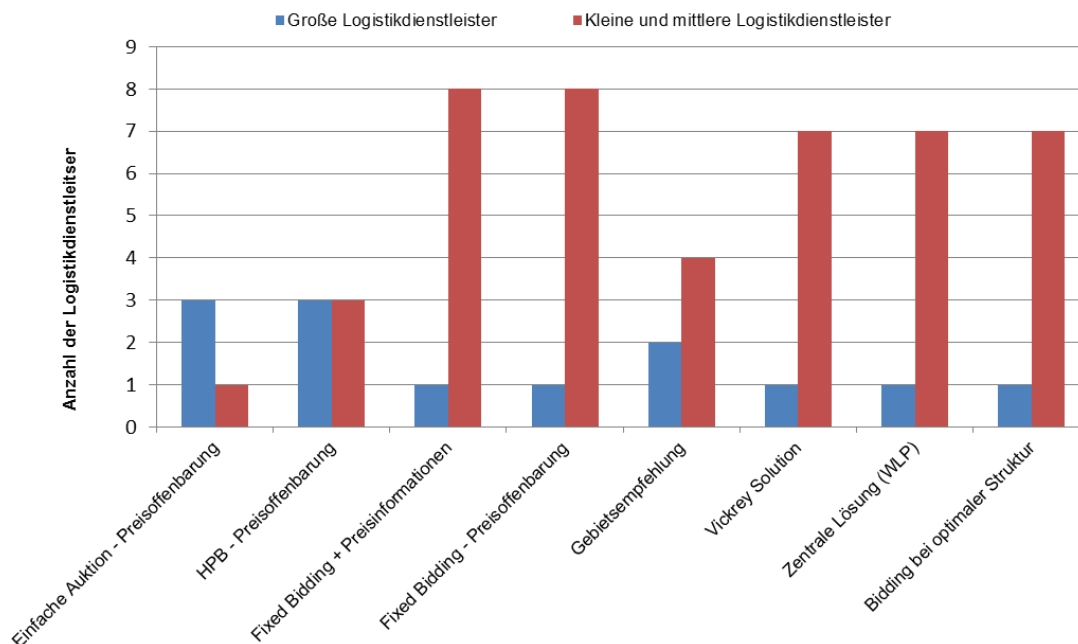


Bild 5: Einbeziehung von unterschiedlichen Typen von Logistikdienstleistern

Weiterhin wurde das feste Biet-Muster untersucht, ob dies nicht auch Einfluss auf die Beschaffungskosten hat. Die von uns entwickelte Gebietsempfehlung hat zwar leichte Verbesserungen im Vergleich zum festen Bieten mit Preisinformation ergeben, jedoch sind viele Einflussfaktoren abhängig vom Erfolg.

Für die Beurteilung des Einflusses des Biet-Musters ziehen wir zentrale Lösungen (Vickrey Solution und zentrale Lösung) heran, wenn eine Instanz alle Information der Logistikdienstleister haben würde. Unser dezentrales Problem ließ sich durch die spezielle Problemstruktur als Warehouse-Location-Problem formulieren und lösen. Daraus wurde dann die Vickrey Auktionslösung mit Perfekter Information berechnet. Aus beiden Ergebnissen wird ersichtlich, dass neben der Preisoffenbarung, das bereits in der Literatur intensiv diskutiert wurde, die Struktur der Gebote großen Einfluss auf die Beschaffungskosten haben.

In diesem Zusammenhang ist interessanterweise festzustellen, dass es ebenso keine festen optimalen Gebietsstrukturen gibt. Zu diesem Zweck wurde die Gebietsstrukturen der optimalen WLP Lösung als Gebote für eine einfache Auktion verwendet und eine iterative einfache Auktion durchgeführt (Bidding bei optimaler Struktur). Das Ergebnis ist, dass die optimale Struktur kaum die Beschaffungskosten der einfachen Auktion verbessern.

5 Zusammenfassung

Wir haben den Einsatz von kombinatorischen Auktionsformen für Gebietsausschreibungen vorgestellt. Die hohe Komplexität der Thematik erfordert es Bietern geeignete Informationsstrukturen vorzugeben, um insgesamt für den Auktionator optimale Ergebnisse zu erzielen. Neben zusätzlichen Preisinformationen während des Biet-Prozesses, haben wir eine neuartige Gebietsempfehlung vorgestellt. Unsere Computerexperimente zeigen, dass es nach wie vor großen Entwicklungsbedarf der Entscheidungsunterstützungsmethoden gibt.

6 Literatur

- [1] Cramton, P; Shoham, Y; Steinberg, R (2006): *Combinatorial Auctions*. MIT Press, Cambridge.
- [2] Klaus, P; Hartmann, E; Kille, C (2010): *Die Top 100 der Logistik.*: DVV MediaGroup, Bremen/Hamburg.
- [3] Stölzle, W; Weber, J; Hofmann, E; Wallenburg, CM (2007): *Handbuch Kontraktlogistik: Management komplexer Logistikdienstleistungen*. Wiley, Weinheim.
- Beiträge aus Sammelwerken*
- [4] Caplice, C; Sheffi, Y (2006): *Combinatorial Auctions for Truckload Transportation*. In: Cramton, P; Shoham, Y; Steinberg, R (Hrsg.), *Combinatorial Auctions*. MIT Press, Cambridge.
- [5] Klaus, P; Krieger, W (2008): *Gebietsspediteurkonzept*. In: Klaus, P; Krieger, W (Hrsg.): *Gabler Logistik Lexikon*. Gabler, Wiesbaden.
- [6] Parkes, DC (2006): *Iterative Combinatorial Auctions*. In: Cramton, P; Shoham, Y; Steinberg, R (Hrsg.), *Combinatorial Auctions*. MIT Press.
- [7] Banks, JS; Leyyard, JO; Porter, DP (1989): *Allocating Uncertain and Unresponsive Resources: An Experimental Approach*. *The RAND Journal of Economics* 20(1), 1-25.
- [8] Bichler, M; Pikhovskiy, A; Setzer, T (2009): *Kombinatorische Auktionen in der betrieblichen Beschaffung - Eine Analyse grundlegender Entwurfsprobleme*. *Wirtschaftsinformatik* 47 (2), 126-134.
- [9] Goree, JK; Holt, CA (2007): *Hierarchical package bidding: A paper & pencil combinatorial auction*. *Games and Economic Behavior* 70(1), 146-169.
- [10] Kwasnisca, AM (2005): *A New and Improved Design for Multiobject Iterative Auctions*. *Management Science* 51 (3), 419-434.
- [11] Leskelä, RL; Teich, J; Wallenius, H; Wallenius, J (2007): *Decision support for multi-unit combinatorial bundle auctions*. *Decision Support Systems* 43(2), 420-434.

-
- [12] Rassenti, S; Smith, V.L.; Bulfin, R.L. (1982): A combinatorial auction mechanism for airport time slot allocations. *Bell Journal of Economics* 13(2), 402-417.
 - [13] Song, J; Regan, A (2005). Approximation algorithms for the bid construction problem in combinatorial auctions for the procurement of freight transportation contracts. *Transportation Research Part B* 39(10), 914-933.
 - [14] Scheffel, T; Ziegler, G; Bichler, M(2010): On the Impact of Cognitive Limits on the Combinatorial Auctions: A Experimental Study in the Context of Spectrum Auctions Design. TU München.